



MICROPLASTICHE, RENI & URINE

Lo studio riporta la prima evidenza della presenza di microplastiche e loro additivi nel tessuto renale umano, e ne conferma la presenza nelle urine. L'analisi, eseguita mediante spettroscopia μ Raman, ha permesso di identificare 26 particelle riconducibili a polimeri e pigmenti comuni. I risultati suggeriscono un possibile accumulo renale e una parziale eliminazione urinaria di tali inquinanti.

Microplastiche

Il termine microplastiche (MP) indica frammenti plastici con dimensioni tra 1 μ m e 5 mm [1]. Tali particelle, se prodotte intenzionalmente, sono dette microplastiche primarie. Un esempio, recentemente al centro dell'attenzione mediatica e normativa, è rappresentato dalle microplastiche impiegate nei prodotti cosmetici. A causa delle loro ridotte dimensioni, queste particelle possono facilmente superare i sistemi di filtrazione delle acque reflue ed essere rilasciate nell'ambiente. Per tale ragione, il regolamento (UE) 2023/2055 ne ha progressivamente vietato l'impiego in numerose categorie di prodotti, promuovendo l'utilizzo di alternative biodegradabili. Le MP possono tuttavia originarsi anche dalla frammentazione di manufatti di dimensioni maggiori, in seguito all'azione di agenti meccanici, chimici, atmosferici o biologici: in questo caso si parla di MP secondarie.

Le MP disperse nell'ambiente sono state rilevate in ecosistemi acquatici, suoli e sedimenti, oltre che nel tratto gastrointestinale di numerose specie animali, confermando il loro ingresso nella catena alimentare umana. Si stima che un individuo possa essere esposto annualmente a un numero di particelle compreso tra 40.000 e 50.000 [2]. Questo scenario ha alimentato l'interesse della comunità scientifica verso i possibili effetti biologici delle MP, considerate a tutti gli effetti corpi estranei una volta penetrate nell'organismo.

Inoltre, le MP raramente sono costituite esclusivamente dal materiale polimerico. Esse contengono frequentemente additivi, quali pigmenti, coloranti,

riempitivi, plastificanti, ritardanti di fiamma e agenti schiumogeni. Numerosi studi hanno inoltre dimostrato la capacità delle MP di adsorbire e rilasciare contaminanti ambientali, o a fungere da substrato per la proliferazione di microrganismi patogeni, come *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae*. Le microplastiche possono quindi agire non solo come contaminanti diretti, ma anche come vettori di sostanze e agenti biologici potenzialmente dannosi. Alla luce di queste considerazioni, negli ultimi anni è cresciuto significativamente l'interesse verso lo studio della distribuzione delle microplastiche nei diversi comparti dell'organismo umano. Le MP sono state identificate nella placenta, nel sangue, nei polmoni [3-5] e in numerosi altri tessuti e fluidi biologici. Parallelamente, stanno emergendo evidenze che suggeriscono una possibile correlazione tra l'accumulo di MP e alterazioni fisiopatologiche specifiche.

Microplastiche nell'apparato urinario

Nello studio **Massardo et al.** [6] è stata investigata per la prima volta la presenza di microplastiche in campioni di tessuto renale umano, unitamente alla loro ricerca nelle urine. L'interesse verso il rene deriva dal suo ruolo fisiologico di filtrazione ed escrezione, che potrebbe renderlo particolarmente suscettibile all'accumulo di contaminanti ambientali. Lo studio si inserisce inoltre nel crescente interesse della comunità medica nei confronti della malattia renale cronica (*chronic kidney disease*, CKD), patologia multifattoriale la cui incidenza è in costante aumento a livello globale. Sebbene i fat-



A Sara Massardo è stato conferito il Premio Levi 2024, assegnato dal Gruppo Giovani della SCI.

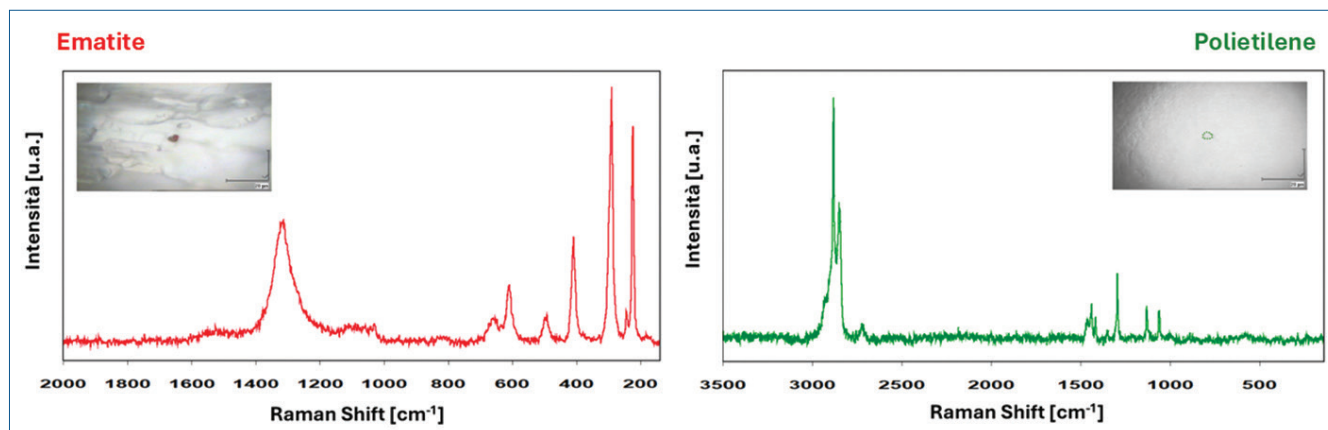


Fig. 1 - Spettri Raman di alcuni dei frammenti identificati nei campioni

tori ambientali siano sempre più considerati possibili determinanti della CKD, il loro contributo rimane ancora poco esplorato. In questo contesto, l'identificazione di MP in matrici renali potrebbe contribuire a chiarire il ruolo dell'esposizione ambientale nei meccanismi di danno e progressione della CKD.

Lo studio ha previsto la ricerca di MP mediante spettroscopia μ Raman, una spettroscopia vibrazionale ampiamente impiegata per l'identificazione di MP, grazie alla sua elevata sensibilità nei confronti dei materiali polimerici. I campioni di tessuto renale ($n = 10$) provenivano da porzioni sane ottenute da nefrectomie eseguite per piccoli tumori localizzati, mentre i campioni di urina ($n = 10$) sono stati raccolti da donatori sani. La raccolta dei campioni è stata effettuata in condizioni *plastic-free*, seguendo le linee guida nazionali e internazionali e previa approvazione del comitato etico locale dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria "Ospedali Riuniti" di Foggia (decisione n. 152/CE/14). Prima dell'analisi spettroscopica, i campioni sono stati sottoposti a digestione con KOH al 10%, per semplificare la matrice, e successivamente filtrati mediante membrane in grado di trattenere particelle con dimensioni superiori a $1\ \mu\text{m}$. La superficie dei filtri è stata quindi analizzata al microscopio ottico integrato nello spettrometro Raman, al fine di individuare le particelle presenti e acquisirne gli spettri (Fig. 1). Per garantire l'affidabilità dei risultati ed escludere contaminazioni ambientali o procedurali, lo studio ha inoltre previsto la preparazione e l'analisi di 12 bianchi procedurali.

Gli spettri raccolti sono stati successivamente confrontati con quelli presenti in differenti banche dati mediante il software **SpeComp** [7], sviluppato nell'ambito dello studio stesso. SpeComp consente di confrontare gli spettri acquisiti su campioni incogniti con quelli contenuti in database personalizzabili. Il programma, completamente gratuito e *open-source*, integra diverse funzioni di pretrattamento spettrale e permette di effettuare il confronto mediante differenti algoritmi matematici, basati su specifici fattori di accordanza: ciò rende il processo di identificazione più flessibile, rapido e adattabile a diverse condizioni sperimentali.

Conclusioni

Complessivamente, sono state individuate 23 particelle nelle urine e 43 nei tessuti renali, per un totale di 66 frammenti da caratterizzare. Di questi, 26 sono stati identificati come microplastiche o additivi associabili ai materiali polimerici. L'analisi dei bianchi ha escluso contaminazioni esterne, confermando l'affidabilità del protocollo sperimentale adottato.

Le particelle rilevate nei reni presentavano dimensioni comprese tra 1 e $29\ \mu\text{m}$, mentre quelle osservate nelle urine variavano tra 3 e $13\ \mu\text{m}$. Questi intervalli dimensionali risultano coerenti con quanto già riportato in letteratura per le MP rinvenute in altri comparti dell'organismo umano. Anche la natura chimica delle particelle identificate mostra una notevole continuità con studi precedenti: polietilene e polistirene sono i polimeri più frequentemente riscontrati, entrambi materiali largamente impiegati nella produzione di imballaggi alimentari,

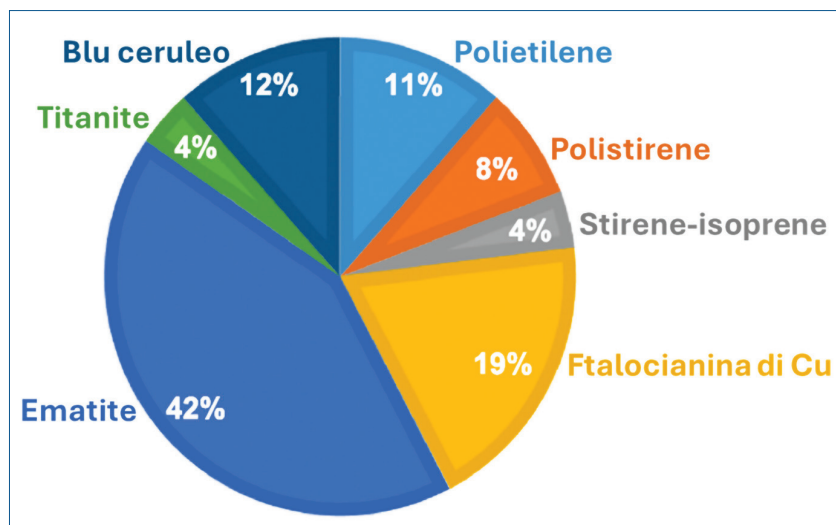


Fig. 2 - Diagramma rappresentante la composizione delle particelle identificate

stoviglie monouso, pellicole per la conservazione dei cibi e numerosi altri oggetti di uso quotidiano. Tra gli additivi, i pigmenti maggiormente identificati sono la ftalocianina di rame, di colore blu, e l'ematite, di colore rosso: composti ampiamente utilizzati nell'industria per la colorazione dei materiali plastici grazie alla loro stabilità, economicità e bassa tossicità. Sono stati inoltre rilevati il copolimero stirene-isoprene, il pigmento blu ceruleo e la titanite. La distribuzione percentuale dei polimeri e degli additivi identificati è riportata nel diagramma di Fig. 2.

Lo studio di Massardo e collaboratori rappresenta dunque la prima evidenza della presenza di frammenti micrometrici di origine antropica nei reni umani. I risultati confermano inoltre la presenza di tali particelle anche nelle urine, in accordo con quanto recentemente osservato da Pironti *et al.* [8]. Un aspetto interessante è che le diverse classi di polimeri e additivi risultano distribuite in maniera sostanzialmente uniforme tra tessuti renali e urine, suggerendo una possibile correlazione tra accumulo renale ed escrezione urinaria, almeno parziale, di questa tipologia di inquinanti.

È plausibile ipotizzare che, in seguito all'ingestione di alimenti e acqua contaminati, le microplastiche possano entrare nel circolo sanguigno e linfatico e successivamente accumularsi in diversi organi tra i quali, appunto, i reni. Tuttavia, i meccanismi che regolano il trasporto ematico, la filtrazione glomerulare e l'eventuale escrezione urinaria delle MP

rimangono ancora poco chiari. Questi risultati aprono nuove prospettive nello studio dell'esposizione umana ai contaminanti emergenti e del loro possibile coinvolgimento nei processi patologici. Se fino a pochi anni fa la presenza di MP nell'organismo umano appariva un'ipotesi remota, oggi emerge sempre più chiaramente come tali particelle siano in grado di raggiungere e accumularsi anche in organi fondamentali per l'omeostasi dell'organismo. Comprendere i meccanismi di assorbimento, trasporto, accumulo ed escrezione delle microplastiche, così come i loro possibili effetti in soggetti affetti da patologie

renali, rappresenterà una delle principali sfide della ricerca biomedica e ambientale nei prossimi anni.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R.C. Thompson *et al.*, *Science*, 2004, **304**, 838.
- [2] K.D. Cox *et al.*, *Environ. Sci. Tech.*, 2019, **53**, 7068.
- [3] A. Ragusa *et al.*, *Environ. Int.*, 2021, **146**, 106274.
- [4] H.A. Leslie *et al.*, *Environ. Int.*, 2022, **163**, 107199.
- [5] L.C. Jenner *et al.*, *Sci. Total Environ.*, 2022, **831**, 154907.
- [6] S. Massardo *et al.*, *Environ. Int.*, 2024, **184**, 108444.
- [7] M. Santostefano, SpeComp (Version 2.0), <https://github.com/serafino1911/SpeComp>
- [8] C. Pironti *et al.*, *Toxics*, 2022, **11**, 40.

Microplastics, Kidneys & Urines

This study reports the first evidence of microplastics and associated additives in human renal tissue and confirms their presence in urine. Samples were analysed by μ Raman spectroscopy, identifying 26 particles attributed to common polymers and associated pigments. The results suggest possible renal accumulation and partial urinary elimination of such pollutants.